

Construção de um Ambiente em Realidade Virtual para o Estudo de Energia Elétrica Renovável

Kajiana Nuernberg Sartor Vidotto¹, Teresinha Letícia da Silva¹, Liane Margarida
Rockenbach Tarouco¹, Patrícia Fernanda da Silva¹

¹PPGIE – Programa de Pós-graduação em Informática na Educação - Universidade
Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) – Porto Alegre – RS – Brasil

kajianansartor@gmail.com, leticiasilva.ufsm@gmail.com,
liane@penta.ufrgs.br, patriciasilvaufgrs@gmail.com

Abstract. *This research presents the development of a technical-scientific project carried out by students of the Eletromecânica at Colégio Maximiliano Gaidzinski, in Cocal do Sul, Santa Catarina. The project aims to create a 360° virtual tour using the CoSpaces Edu platform as an educational resource to address concepts of renewable energy and the Itaipu Binational Hydroelectric Plant. The experience with Virtual Reality (VR) proved positive, highlighting the stimulation of students' creativity. The intuitive interface and interactivity of the platform facilitated learning, although challenges were encountered, particularly related to programming and the lack of adequate training for using CoSpaces Edu.*

Resumo. *Esta pesquisa apresenta o desenvolvimento de um projeto técnico-científico realizado por estudantes do curso técnico em Eletromecânica do Colégio Maximiliano Gaidzinski, em Cocal do Sul, Santa Catarina. O projeto visa a criação de um passeio virtual em 360°, utilizando a plataforma CoSpaces Edu como recurso educacional para abordar conceitos de energias renováveis e a hidrelétrica Itaipu Binacional. A experiência com Realidade Virtual (RV) revelou-se positiva, evidenciando o estímulo à criatividade dos alunos. A interface intuitiva e a interatividade da plataforma facilitaram o aprendizado, embora desafios tenham sido encontrados, especialmente em relação à programação e à falta de capacitação adequada para o uso do CoSpaces Edu.*

1. Introdução

A rápida disseminação das tecnologias imersivas ao longo dos últimos anos tem proporcionado novas possibilidades de uso de recursos computacionais como elementos de apoio ao processo de ensino e aprendizagem. Diante dessa evolução, a Realidade Virtual (RV) tem se destacado como uma ferramenta capaz de proporcionar experiências imersivas e interativas que potencializam o ensino em diversas disciplinas (Tori e Hounsell, 2020).

A integração da RV no ensino pode aprimorar os métodos atuais ao permitir que os usuários observem e interajam com espaços tridimensionais, demonstrando um potencial significativo na educação, especialmente em áreas onde experiências práticas não são viáveis em um ambiente de laboratório (Chen *et al.*, 2023). Os professores podem utilizar a RV para envolver os alunos diretamente no processo de aprendizagem, incentivando sua participação ativa, facilitando discussões e *feedbacks*.

Uma área que pode se beneficiar dos recursos de RV é o estudo de energias renováveis, um componente essencial para o desenvolvimento humano e sustentável.

Por meio de projetos e práticas que utilizam a RV, é possível demonstrar o funcionamento de sistemas de energias renováveis, como hidrelétricas, de maneira interativa e envolvente, observando o fluxo de água, o funcionamento das turbinas e geradores, e compreender os impactos ambientais e sociais associados.

Diante desse contexto, este artigo apresenta a etapa inicial do desenvolvimento de um ambiente virtual 360°, na plataforma *CoSpaces Edu* para um projeto técnico-científico realizado por estudantes da 1ª fase do curso técnico em Eletromecânica do Colégio Maximiliano Gaidzinski em Cocal do Sul, Santa Catarina. O objetivo deste trabalho é construir um ambiente de RV usando os conceitos de energia renovável, com ênfase em usinas hidrelétricas, para aprofundar o conhecimento dos alunos e tornar a aprendizagem motivadora e inovadora no ensino técnico.

2. Referencial Teórico

Nesta seção são descritos os principais conceitos para o entendimento deste trabalho, são eles: energia renovável e realidade virtual na educação.

2.1 Energia Renovável

A matriz energética é o conjunto de todos os tipos de energia que um país produz e consome. A transição energética global representa um desafio para promover o desenvolvimento econômico e social com menores emissões de carbono e maior participação de fontes limpas e renováveis. Conforme dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), dos 200 GW alcançados, 84,25% provêm de fontes renováveis e 15,75% de fontes não renováveis (incluindo 1% de energia nuclear). Atualmente as três maiores fontes renováveis que compõem a matriz energética brasileira são a Hídrica (55%), a Eólica (14,8%) e a Biomassa (8,4%). Entre as fontes não renováveis, as principais são o Gás Natural (9%), o Petróleo (4%) e o Carvão Mineral (1,75%) (ANEEL, 2024).

A usina hidrelétrica Itaipu Binacional é uma das maiores e mais importantes do mundo, localizada no rio Paraná, na fronteira entre o Brasil e o Paraguai. É considerada um símbolo de cooperação internacional, inovação tecnológica e compromisso com a sustentabilidade. Sua contribuição para a matriz energética do Brasil e do Paraguai é inestimável, fornecendo energia limpa e renovável que sustenta o desenvolvimento econômico e social de ambos os países. A contínua operação e modernização de Itaipu garantem que ela permanecerá um pilar essencial na produção de energia elétrica, mantendo-se na vanguarda das práticas de engenharia sustentável e gestão de recursos hídricos (Itaipu Binacional, 2024).

2.2 Realidade Virtual na Educação

As tecnologias imersivas estão cada vez mais sendo integradas aos ambientes educacionais para aprimorar as experiências de aprendizado. Essas tecnologias criam ambientes envolventes que promovem a compreensão e o conhecimento profundo (Jayadurga e Rathika, 2023), e podem incluir os estudantes por meio de sensores visuais, de áudio e táteis, criando ambientes interessantes e proporcionando o conhecimento robusto (Mendoza; Plante; Brassard, 2023).

Na educação, o uso de tecnologias imersivas tem mostrado benefícios no desempenho acadêmico, fornecendo experiências envolventes, participativas e interativas (Ács, 2023). As vantagens estão na experimentação virtual que pode complementar os laboratórios físicos, na motivação proporcionada pela interatividade e imersão, na manipulação de objetos em 3D, nas experiências de aprendizagem ativas, na facilidade de comunicação a partir de representações multimídia, no desenvolvimento do pensamento computacional, na elaboração de atividades de autoria, individuais ou colaborativas, na simulação de experiências em contextos profissionais, entre outros (Afonso *et al.*, 2019; Lee *et al.*, 2021).

Apesar do potencial educacional desta tecnologia, há alguns desafios para que a RV seja incorporada efetivamente em sala de aula, e entre eles estão a infraestrutura tecnológica. Além disso, uma imersão total pode provocar, em alguns usuários, as chamadas *cybersickness* que se referem a sintomas que ocorrem na ausência de movimento físico, tornando-se uma restrição relevante (Vidotto *et al.*, 2022).

Nesse sentido, o uso de plataformas de RV baseadas na *web* vem crescendo como opção para superar algumas destas dificuldades, e um exemplo é a plataforma *CoSpaces Edu*¹ (Vidotto *et al.*, 2022). A *CoSpaces Edu* é um recurso com foco educacional, projetado para o uso de professores e alunos de qualquer nível de ensino e em qualquer área do conhecimento. Com planos básico (gratuito) ou *pro* (paga), a plataforma gerencia aulas em que os alunos podem colaborar e participar ativamente de projetos em tempo real, acessando por meio de dispositivos como computadores, *chromebooks*, *tablets* e celulares (Delightex GmbH, 2024).

A *CoSpaces Edu* permite desenvolver ambientes 3D de RV e RA como passeios virtuais 360°, histórias interativas, exposições virtuais, jogos, simulações, entre outros. Os usuários têm acesso a uma galeria de ambientes virtuais categorizados para reutilização de projetos. A programação pode ser feita tanto em blocos quanto em *script* avançado (*Javascript*), e possui uma variedade de elementos 3D disponíveis em sua biblioteca. Além disso, a *CoSpaces Edu* possui aspecto colaborativo, multiusuário e com característica *user-friendly* (amigável ao usuário). Suporta a importação de arquivos com extensões diversas (png, jpg, mp4, gif, svg, obj, mtl, fbx, zip) e permite a modelagem de objetos 3D diretamente na plataforma (Vidotto *et al.*, 2022).

Diante desse contexto, foi proposto aos alunos desenvolver um passeio virtual 360° na plataforma *Cospaces Edu* para complementar o conhecimento sobre energias renováveis e a usina hidrelétrica Itaipu Binacional, abordando conceitos e simulações detalhadas, permitindo compreender o funcionamento de uma hidrelétrica em um ambiente seguro e controlado.

3. Trabalhos relacionados

O estudo de Chen *et al.* (2023) apresenta o desenvolvimento de um Museu de Sustentabilidade Energética em Taiwan para aprimorar o ensino de conceitos de energia e sustentabilidade no currículo de Ciências e Tecnologia do ensino fundamental. O museu desenvolvido na plataforma *CoSpaces Edu* utiliza a RV para proporcionar uma experiência imersiva aos alunos, permitindo-lhes interagir com simulações de usinas de

¹ *CoSpace Edu* - <https://www.cospaces.io/>

energia e realizar operações práticas. Como resultados, o artigo destaca que a utilização da RV proporcionou aos alunos uma experiência imersiva e prática, onde puderam explorar e interagir com simulações de usinas de energia, vídeos educativos e atividades de avaliação de forma envolvente e significativa.

Machado *et al.* (2023) aborda o uso do metaverso para educação em desenvolvimento sustentável, destacando a importância da conscientização ambiental e a promoção de ações engajadas com a preservação do meio ambiente. Por meio do projeto Ecopila, são propostas soluções que utilizam a RV para permitir a realização de experimentos ecológicos, proporcionando uma experiência imersiva e educativa. O ambiente desenvolvido utilizou a ferramenta *CoSpaces Edu*, permitindo a representação de experimentos ecológicos que seriam inviáveis de serem realizados em sala de aula, devido a restrições como curtos prazos para experimentação, custo elevado e acesso limitado a sistemas experimentais. O ambiente virtual simulado ofereceu a possibilidade de criar cenários com um grau razoável de realismo, proporcionando uma experiência educacional enriquecedora e envolvente.

Os trabalhos mencionados relatam experiências exitosas no ensino de temas de sustentabilidade, utilizando a RV como recurso tecnológico. Eles destacam como essa tecnologia cria ambientes educacionais inovadores, que tornam o aprendizado mais envolvente e motivador, objetivo também deste estudo.

4. Metodologia da Pesquisa

Para alcançar o objetivo deste estudo foi realizada uma pesquisa aplicada de caráter exploratório com abordagem qualitativa, sendo conduzida inicialmente, por meio de um questionário *on-line* desenvolvido na plataforma *Google Forms* para coletar as informações dos alunos relacionadas à produção e desenvolvimento da atividade.

O projeto técnico-científico relatado neste artigo foi iniciado por cinco (5) alunos (EB, GA, GPB, JAS e JFJ) do curso técnico em Eletromecânica do Colégio Maximiliano Gaidzinski de Cocal do Sul em Santa Catarina. Eles são orientados pelo professor de Eletricidade Básica, que auxilia na utilização dos conteúdos de energia renovável e hidrelétrica, inseridos no passeio virtual 360°, pela professora de Informática que orienta o uso da plataforma *CoSpaces Edu*² e a equipe técnica da instituição. O ambiente de RV está sendo construído pelos alunos do ensino técnico, a fim de transformá-lo em um recurso de ensino e aprendizagem dos conceitos abordados.

Para dar início ao desenvolvimento do projeto, os alunos foram sorteados em grupos, juntamente com os temas propostos pelos professores orientadores. A partir disso, na 1ª fase os estudantes começaram a pesquisar referenciais teóricos para fundamentar seus estudos, seguido da organização e escrita dos textos. Na 2ª fase, os alunos conheceram a *CoSpaces Edu* e iniciaram a construção e a programação do ambiente virtual. Para validar inicialmente a proposta deste projeto, os alunos participaram de um seminário SITC (Seminário de Iniciação Tecnológica e Científica) interno da instituição com a presença de professores e estudantes da própria instituição.

² *CoSpace Edu* - <https://www.cospaces.io/>

Visando identificar a percepção dos alunos sobre esta etapa inicial de desenvolvimento do ambiente de RV, foi realizada uma pesquisa por meio de um questionário *on-line* desenvolvido na plataforma *Google Forms*, com 10 questões objetivas, de múltipla escolha e abertas, disponibilizada via *link* no grupo de mensagens instantâneas dos alunos e professores do projeto. O aceite da participação da pesquisa (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido) apresentou-se no início do questionário.

5. Desenvolvimento do Ambiente de RV

Na 2ª fase, o grupo de cinco (5) alunos iniciou o desenvolvimento e a programação do passeio virtual 360° na plataforma *CoSpaces Edu*, utilizando os conceitos de energias renováveis e o funcionamento da Itaipu Binacional com uma licença *pro* (paga) fornecida pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), instituição da professora pesquisadora.

Por meio da pesquisa bibliográfica para a fundamentação teórica do projeto, os alunos buscaram por informações sobre a usina hidrelétrica Itaipu Binacional e suas características. Após esta etapa, partiu-se para a modelagem dos elementos que compuseram o ambiente virtual, como edificações, personagens, entre outros. Para este fim, utilizaram-se imagens 360° obtidas com o *software Google Street View*, visando garantir uma maior fidelidade do ambiente virtual com o ambiente real da usina. Além das imagens 360°, foram utilizados elementos 3D da biblioteca do ambiente *CoSpaces Edu* para compor as cenas. No total foram criados oito (8) cenários, mostrando diferentes locais da usina e suas respectivas contextualizações e explicações.

Após configurar as características visuais do ambiente virtual, foram inseridos avatares em terceira pessoa para orientar os visitantes. Esses avatares fazem parte da *CoSpaces Edu* e possuem animações ativadas conforme a interação com o ambiente. Cada cena inclui um avatar representando um aluno do grupo, que utiliza texto e áudio para explicar conceitos e guiar a navegação. Os áudios usados como narrativa foram obtidos por meio da gravação utilizando a própria ferramenta *CoSpaces Edu*.

A Tabela 1 apresenta alguns dos principais cenários construídos para o passeio virtual 360° na Itaipu Binacional e suas respectivas descrições.

Tabela 1. Passeio Virtual 360° na Itaipu Binacional

Cenários	Ambiente	Descrição
1		Este cenário mostra a primeira cena do passeio virtual, onde se tem a entrada da visita da Itaipu Binacional e o primeiro avatar (representando o aluno JFJ) que apresenta e convida o usuário para iniciar o passeio dentro da usina hidrelétrica.

2		<p>Neste ambiente apresenta-se a área de manutenção dos geradores de Itaipu Binacional marcada por círculos no chão onde cada um deles demarca um gerador, totalizando os 20 geradores da usina, assim como apresentado pelo avatar do EB.</p>
3		<p>É neste ambiente que se localiza a turbina. O avatar do aluno JAS explica sobre a importância da turbina no processo de geração de energia, pois ela é responsável por transformar a energia mecânica em energia elétrica.</p>
4		<p>O avatar do aluno JAS relata e apresenta por meio de um vídeo a importância da sala de controle da Itaipu (dividida por controladores brasileiros e paraguaios) e por qual motivo existe a diferença de 50Hz e 60Hz na geração de energia entre o Brasil e o Paraguai.</p>
5		<p>Neste cenário é apresentado o vertedouro da Itaipu Binacional que tem a função de descarregar toda a água não utilizada para geração de energia. A capacidade máxima de descarga do vertedouro é de 62,2 mil m³/s, 40 vezes superior à vazão média das Cataratas do Iguaçu, como apresenta o avatar do aluno GB.</p>

As interações construídas foram programadas pelos alunos usando o *Code Blocks*, a linguagem de programação visual baseada em blocos, disponível na *CoSpaces Edu*, como demonstra a Figura 1.

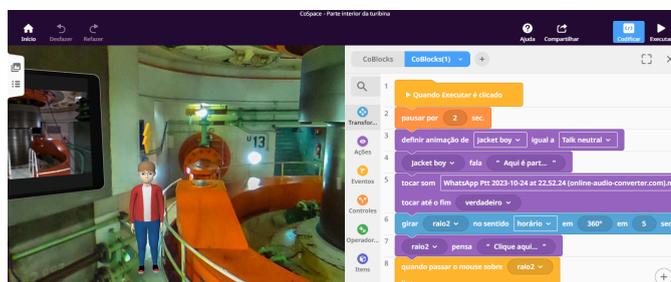


Figura 1. Programação CoBlocks

Para uma validação inicial do ambiente virtual, o trabalho foi apresentado no SITC no Colégio Maximiliano Gaidzinski, demonstrando o funcionamento do passeio virtual 360°. Os professores e estudantes visitantes do *stand* puderam acessar o passeio por meio de um óculos de RV em que se encaixa o celular com o aplicativo do *CoSpace Edu* previamente instalado, como pode ser observado na Figura 2. Os usuários

exploraram o ambiente de forma livre, sendo convidados a relatar de forma informal suas opiniões sobre o mesmo, sugerindo melhorias e aperfeiçoamentos.



Figura 2. Interação com o passeio virtual 360°

Alguns dos comentários dos participantes foram: Usuário 1- “...*Eu já estive em ITAIPU, e parece que eu fui para lá novamente*”; Usuário 2 - “... *não sabia que a ITAIPU era enorme assim*”; Usuário 3 - “*Muito divertido*”, “*muito criativo*”; Usuário 4 - “*muito divertido e empolgante*” e Usuário 5 - “*Muito diferente*”. Os relatos foram todos positivos com relação às explicações e à interação com o passeio virtual 360°.

Ao final desta etapa do estudo, os alunos participantes do projeto responderam uma pesquisa para verificar o impacto dessa abordagem em sua aprendizagem.

6. Resultados e Discussões

Inicialmente, perguntou-se aos cinco (5) alunos, como foi a experiência de aprendizagem vivenciada com relação ao desenvolvimento e programação do passeio virtual 360°, usando a escala *Likert* de cinco pontos nesta questão (onde 1 significa muito negativa e 5 muito positiva) para identificar o grau de concordância neste quesito. Dos alunos questionados, 60% concordaram ser muito positiva e 40% concordaram ser positiva, indicando que todos os alunos perceberam um benefício significativo enquanto desenvolviam o ambiente de RV e, ao mesmo tempo, complementam a aprendizagem dos conceitos de energias renováveis aprendidos em sala de aula, demonstrando receptividade em relação à sua contribuição para a aprendizagem no contexto dos conteúdos abordados no projeto, assim como consta no estudo de Chen *et al.* (2023).

Por meio de uma pergunta aberta, os alunos foram questionados sobre quanto o desenvolvimento do passeio virtual 360° contribuiu para a aprendizagem do conteúdo sobre energias renováveis, e algumas das respostas foram: GA - “*Sim, pois por termos uma interação com o ambiente faz com que tenhamos mais curiosidade e motivação para pesquisar mais sobre e fazer um trabalho muito mais completo do que estamos acostumados a fazer.*”; GPB - “*Sim, com os passeios tivemos mais noção de como funciona dentro da ITAIPU.*”; EB - “*Sim, pois o ambiente em 360° é muito interessante, o que faz se concentrar mais nas falas.*”; e JAS - “*Sim, aprendi coisas novas sobre computação.*” Percebeu-se que a maioria dos alunos considerou positivamente que o projeto auxiliou na aprendizagem dos conteúdos da disciplina de Eletricidade Básica.

A Figura 3 apresenta as respostas dos alunos sobre as facilidades encontradas no desenvolvimento do passeio virtual 360°, no *CoSpaces Edu*.



Figura 3. Facilidades do CoSpaces Edu

A interface intuitiva e a interatividade foram as características da ferramenta que mais se destacaram na pesquisa (80%), seguida da biblioteca de recursos que auxiliou na construção do passeio (60%). Já com 40% de aprovação tem-se a programação em blocos, o acesso a diversos dispositivos e a visualização imediata. Sinalizando uma certa dificuldade, relatam-se os exemplos e tutoriais e o trabalho em equipe. Pode-se entender que os tutoriais não ajudaram ou não foram acessados corretamente, e o trabalho em equipe, multiusuário, não foi tão proveitoso como se pretendia.

Para compreender as dificuldades encontradas no desenvolvimento do passeio virtual 360°, os alunos afirmaram que as maiores dificuldades encontradas foram na programação em blocos (60%) e a falta de capacitação do *CoSpaces Edu* (60%). Seguida do uso de vídeos e imagens 360°, a conexão com a internet e a importação ou exportação de arquivos utilizados na plataforma com 20%, respectivamente. Nota-se que ninguém teve dificuldades com relação à construção do passeio virtual, utilizando os objetos 3D do *CoSpaces Edu*.

Com relação ao desenvolvimento de habilidades, as respostas revelaram que o projeto do passeio virtual 360° na Itaipu Binacional teve um impacto considerável no desenvolvimento de várias habilidades essenciais para os estudantes. A criatividade foi amplamente estimulada, atingindo seu máximo potencial, enquanto o trabalho em equipe e a resolução de problemas também foram significativamente fortalecidos. No entanto, a programação emergiu como uma área necessitando de atenção especial.

Para que os estudantes pudessem expressar como foi participar do projeto, sugeriu-se que escrevessem um comentário ou sugestão sobre o desenvolvimento do passeio virtual 360° na Itaipu Binacional, obtendo o seguinte comentário de GA: “*Simplesmente INCRÍVEL, foi uma experiência única e se tivesse oportunidade de fazer outros trabalhos, com certeza faria!*”. A resposta do participante destaca a experiência positiva proporcionada pelo passeio virtual 360°. Palavras como "simplesmente incrível" e "experiência única" indicam um alto nível de satisfação e entusiasmo. Além disso, o desejo expresso de participar de futuros trabalhos similares reforça a eficácia e o impacto positivo do passeio virtual.

7. Conclusões

Diante dos resultados apresentados e das análises realizadas nesta fase inicial do estudo, é possível sintetizar as principais contribuições e implicações das descobertas. O desenvolvimento do passeio virtual 360° na usina hidrelétrica Itaipu Binacional

proporcionou aos alunos uma experiência de aprendizagem prática e imersiva, explorando e interagindo com animações, vídeos e explicações dos conceitos de forma envolvente e motivadora, assim como no estudo de Chen *et al.* (2023).

A eficácia da RV como recurso educacional foi notória. A utilização do *CoSpaces Edu* permitiu uma experiência de aprendizagem interativa e intuitiva, promovendo o desenvolvimento da criatividade entre os alunos. O *feedback* positivo dos participantes reforça o potencial da RV para engajar e facilitar a compreensão de conceitos complexos de maneira prática e envolvente.

A replicação ou adaptação de ambientes virtuais em diferentes disciplinas pode ser feita conforme os objetivos pedagógicos de cada área, promovendo uma aprendizagem personalizada e individualizada. Esses ambientes 3D, como os utilizados no ensino de energias renováveis, podem ser aplicados em várias áreas, favorecendo práticas pedagógicas mais interativas e voltadas ao desenvolvimento integral dos alunos.

Entretanto, até o momento, o projeto também encontrou desafios significativos. As dificuldades com a programação e a falta de capacitação adequada para o uso da plataforma *CoSpaces Edu* foram os principais obstáculos enfrentados. Esses desafios indicam a necessidade de um suporte mais robusto e treinamentos direcionados para garantir que os estudantes possam aproveitar ao máximo a ferramenta.

Para a continuidade do projeto será realizada uma capacitação técnica para maximizar os benefícios educacionais do *CoSpaces Edu* e complementar os conteúdos sobre o tema, a fim de utilizar o ambiente virtual no processo de aprendizagem dos alunos do colégio, expandindo as estratégias que incentivam a criatividade e a colaboração para a continuação da pesquisa, proporcionando uma experiência de aprendizagem completa e enriquecedora.

Referências

- Ács. É. (2023) “Using Immersive Media 'Metaverse' as a Teaching Tool”, Especially in Business Schools in the Accounting and Finance Classes. DOI: 10.21467/preprints.438.
- Afonso, G. B.; Martins, C. C.; Katerberg, L. P.; Becker, T. M.; Santos, V. C. dos; e Afonso, Y. B. (2020) “Potencialidades e fragilidades da realidade virtual imersiva na educação”, *Revista Intersaberes*, v. 15, n. 34.
- ANEEL (2024). Matriz elétrica brasileira. <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2024/matriz-eletrica-brasileira-alcanca-200-gw>.
- Chen, C.-H.; Wang, L.-H.; Huang, X.-Y.; and Yang, Y.-C. (2023) “Developing a VR learning environment for an energy sustainability museum in Taiwan’s elementary Science and Technology classes”. *IIAI Letters on Informatics and Interdisciplinary Research*, 4, 1. <https://doi.org/10.52731/liir.v004.092>.
- Delightex GmbH. (2024) *Cospaces Edu*. <https://www.cospaces.io/edu/>.

ITAIPU BINACIONAL (2024). Líder mundial na geração de energia limpa e renovável.
<http://itaipu.gov.br>.

Jayadurga, R. and Rathika, S. (2023) “Significance and Impact of Artificial Intelligence and Immersive Technologies in the field of Education”, *International journal of recent technology and engineering*, DOI: 10.35940/ijrte.b7802.0712223.

Lee, M. J. W., Georgieva, M., Alexander, B., Craig, E., and Richter, J. (2021) “State of XR & Immersive Learning Outlook Report 2021”, Immersive Learning Research Network, Walnut. ISBN: 978-1-7348995-1-1.

Machado, L., Silva, T., Tarouco, L., e Herpich, F. (2023) “Metaverso para educação em desenvolvimento sustentável”. In *Anais do XXXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, (pp. 536-547). Porto Alegre: SBC. doi:10.5753/sbie.2023.233539.

Mendoza, G. A. A., Plante, P., and Brassard, C. (2023) “Regards sur les technologies immersives en éducation et en formation”, *Médiations & médiatisations*, DOI: 10.52358/mm.vi15.375.

TORI, Romero; HOUNSELL, Marcelo da Silva (org.). *Introdução a Realidade Virtual e Aumentada*. 3. ed. Porto Alegre: Editora SBC, 2020. 496p. Disponível em: <https://books-sol.sbc.org.br/index.php/sbc/catalog/book/66>.

Vidotto, K. N. S., Rocha, L. S., Krassmann, A. L. e Tarouco, L. M. R. (2022) “Plataformas Web de Realidade Virtual: Possibilidades para a Educação”, **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 338–347. DOI: 10.22456/1679-1916.126681.